

现代生物学知识丛书



细胞内幕

江苏科学技术出版社

细 胞 内 幕

李新人 吴馥梅 赵长清

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：宜兴印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张5.375 字数115,000

1982年4月第1版 1982年4月第1次印刷

印数1—6500册

书号：13196·092

定价：0.45 元

责任编辑 张湘君

前 言

近几十年来，生物科学不论在基本理论方面，还是在应用技术方面都有了迅速发展，并取得了显著成就，对促进农、林、牧、副、渔、医、生物制品工业以及国防建设等方面的发展起了积极的作用。随着学科间的互相渗透，还出现不少综合性、边缘性的学科，如分子生物学、遗传工程学、仿生学等，引起了从事物理学、化学、数学、工程技术等广大科学工作者对生物学的浓厚兴趣。近年来，我国各类中等学校都加强了生物学教学工作，开始涌现出一批热爱生物科学的青少年，他们立志攀登生物科学高峰，为实现四个现代化贡献力量。

为了适应形势的发展，满足各方面学习生物学基本知识的要求，江苏科学技术出版社组织我们南京大学生物系近二十位教师编写了这套《现代生物学知识丛书》。丛书共分七册，包括《生物学史话》、《动物学浅说》、《植物的生活》、《微生物世界》、《遗传学漫谈》、《细胞内幕》和《生命的物质基础》。它们分别介绍了生物学发展史、生物学基础知识、基本理论、应用技术以及现代生物学取得的新成就和发展趋势，帮助读者了解现代生物科学的概貌，为深入学习生物学打下基础。

在编写过程中，我们既注意到这套丛书的系统性和完整性，又考虑到各个学科的独立性和彼此之间的联系，在取材方面尽量避免不必要的重复。读者可根据需要选购，也可整

套购阅。

这套丛书文字流畅，通俗易懂，并具有一定的趣味性，可作各类中学教师教学的参考书和学生的课外辅导材料；高等学校学生的课外读物；农、林、牧、副、渔、医等方面技术人员自学读物；还可帮助从事其他科学研究的工作者，初步了解当前生物学和物理学、化学、数学等学科的关系。

由于编者水平有限，编辑出版时间比较仓促，缺点错误在所难免，请广大读者批评指正。

南京大学生物系《现代生物学知识丛书》编写组

一九八一年五月

目 录

一、细胞的基本概念	1
(一) 细胞的发现和细胞学说的建立	1
(二) 细胞是生命的结构基础	2
(三) 原生质是生命的基本物质	3
(四) 新陈代谢是活细胞的主要特征	4
(五) 度量细胞大小的常用单位	8
(六) 细胞的形态和大小	8
(七) 细胞的两大家族——原核细胞和真核细胞	12
(八) 动物细胞和植物细胞的异同	13
(九) 非细胞形态结构的简单生物	14
二、研究细胞的现代技术和方法	16
(一) 各种特殊本领的光学显微镜	16
(二) 现代电子显微镜技术	24
(三) X-射线显微镜	28
(四) 放射自显影技术	29
(五) 显微操作技术	30
(六) 激光器在细胞生物学研究中的应用	31
(七) 微电极及微电泳技术	31
(八) 细胞培养技术	32
(九) 超速离心技术	33
三、细胞的结构与功能	34
——细胞膜复杂神奇	
(一) 复杂的结构	35

(二) 神奇的功能	40
(三) 有用的人工膜	44
四、细胞的结构与功能	47
——细胞器形形色色	
(一) 细胞的动力站——线粒体	47
(二) 制造营养物质的车间——叶绿体	53
(三) 生产蛋白质的机器——核糖体	55
(四) 多功能的网状结构——内质网	57
(五) 细胞的加工车间——高尔基复合体	60
(六) 细胞的消化器和清除机——溶酶体	63
(七) 细胞的骨骼和肌肉——微管和微丝	66
五、细胞的结构与功能	72
——细胞核运筹帷幄	
(一) 细胞核的形态、大小和数量	72
(二) 细胞核的结构与功能	73
六、细胞的能源	81
(一) 能量的输入——光合作用	81
(二) 能量的转换——呼吸作用	84
(三) 能量的输出——细胞活动	86
七、细胞的繁殖	89
(一) 细胞繁殖的特点	89
(二) 细胞周期和它们的生化特点	90
(三) 三种不同的细胞分裂方式	93
(四) 制服癌症的一种手段	100
八、细胞的发育与分化	102
(一) 生殖细胞的发生和受精	102
(二) 胚胎发育与细胞分化	104
(三) 细胞分化机制的讨论	111

九、细胞的运动和联系	118
(一) 变化多端的细胞运动形式	119
(二) 种类纷繁的细胞联系方式	128
十、细胞的生物电现象和兴奋性	134
(一) 细胞的静息电位	136
(二) 可兴奋细胞的动作电位	137
(三) 生物电现象产生的原理	139
(四) 独特的发电器官与高度分化的电感受器	140
十一、细胞的衰老和病变	143
(一) 细胞衰亡与机体衰亡的关系	143
(二) 细胞的寿命	145
(三) 细胞衰老变化的特征	146
(四) 细胞衰老原因的几种说法	148
(五) 细胞病变的表现	152
十二、细胞的起源与进化	156
(一) 从“腐草化萤”与“腐肉生蛆”谈起	156
(二) 化学进化与原始细胞的起源	158
(三) 细胞的进化与真核细胞的起源	160

一、细胞的基本概念

(一)细胞的发现和细胞学说的建立

如果把生命比作一座“大厦”，那么细胞就象砌成“大厦”的“砖”。因此对细胞进行观察、研究和分析，是生命科学领域的重要任务。

你可知道最早观察和发现细胞的是谁吗？他是英国的一位物理学家，名叫罗伯特·虎克(Robert Hooke)。早在十七世纪中叶，虎克把软木切成薄片，用他自制的放大镜进行观察，发现软木是由一个个蜂窝状的小空洞组成的，他就把这种蜂窝状的小空洞结构称作“细胞”(cell，小室的意思)。于是细胞这个名称就出现了。虽然他当时看到的“小室”只是死的植物细胞留下的细胞壁轮廓，然而，其意义非常重要。因为他打开了“细胞领域”的大门，使人们对生物结构的观察，从宏观水平提高到微观的水平。最早观察研究细胞的，还有一位科学家名叫列文霍克(Leeuwenhoek)。据记载，他的遗产有247架显微镜。他曾用自己制造的光学显微镜进行了大量的观察。他虽不是细胞的发现者，但他先后在450封书信中描述过原生动物、精子、细菌和红细胞等细胞的形态构造。当时他在荷兰埋头研究，默默无闻，是罗伯特·虎克请他到英国皇家学会做了报告以后才闻名于世的。

虽然在十七世纪初步发现了“细胞”，但在一个多世纪

内，在这方面的研究没有重大的进展。直到十九世纪，德国植物学家许莱顿(Schleiden)和动物学家许旺(Schwann)分别于1838年和1839年发表了他们对植物细胞和动物细胞的研究报告，提出“细胞是生物体的基本单位”这一重要概念，并论证了形形色色的生物界在基本构造上的统一性。从此建立了细胞学说。细胞学说的建立是生物学发展史上的一件大事，革命导师恩格斯把它列为十九世纪自然科学的三大发现之一(另两项发现为能量守恒原理与达尔文进化论)，并给予很高的评价。

(二)细胞是生命的结构基础

不论生物体在形态、大小、生活方式等方面的差异有多大，它们在微观上却有着共同的结构基础，这个共同的结构基础就是细胞。细胞是生物体形态结构和生理机能的基本单位，也是生化反应的基本场所。

有人把生命活动中的细胞与化学反应中的原子相比拟，原子是参与化学反应的基本单位，而细胞是生命活动的基本单位。构成生物体的物质大分子(如核酸、蛋白质等)不能单独生活，只有当这些分子按一定方式组织起来才能表现出生命现象。细胞便是这些生命物质组织在一起的最基本的结构单位。不仅生命起源于细胞的产生，而且在生物进化过程中，细胞的演化和发展也是生物体进化的结构基础；在生物个体发育过程中，细胞又是发育的基础，因为多细胞生物是由受精的卵细胞逐步分裂、成长起来的；在成年个体维持正常生命活动以及与不良外界环境作斗争(包括与疾病作斗争)的过程中，细胞仍然是十分重要的基本单位。可见，小小的细胞，

在生物界的作用和意义是多么重大!

(三)原生质是生命的基本物质

原生质(protoplasm)的含义,随着人们认识的不断深化而变化着。当虎克发现软木的植物细胞轮廓并命名为“细胞”(cell)以后,许多人就对细胞的内容物发生了兴趣。不少人把细胞内容物描述为“胶质”、“粘汁”、“肉浆”、“均匀而有弹性的半透明胶状物”等等。后来,蒲肯野等人又将细胞内容物命名为原生质。于是细胞就被认为是原生质小滴或原生质小块。当细胞核被发现以后,有人把包括细胞核在内的细胞内容物称为原生质体。当时从放大倍数不高的普通光学显微镜下观察到的细胞构造只有三个组分:细胞膜、细胞质和细胞核。当时所谓的原生质实际上是指核周围的细胞质。后来随着光学显微镜的改进以及切片染色方法的进步,在细胞质里发现了某些细胞器,如线粒体、高尔基体等。这时对原生质的认识进了一步,原来以为是半透明均匀胶状物的原生质实际上不是均匀的结构,而是有颗粒性的细胞器散在其中。细胞质内还含有一些暂时贮存的营养物质或代谢产物,如脂滴、糖元颗粒、色素等。这些物质统称为细胞内含物(图1-1)。当电子显微镜使用以后,人们发现所谓半透明均匀的原生质却是一个复杂的膜系统。不久前,有人用分子标记方法等新技术又发现细胞内有一套复杂的立体纤维网络结构,使细胞内各个成分牢牢地固定在这个“支架”上。这种网络结构相当于细胞内的“骨骼与肌肉”,有人称为细胞骨架,有人称为微梁系统。它既有支撑作用,又担负着重要的生理机能。这套网络结构包括微管、微丝和居间纤维。总之,由于研究手

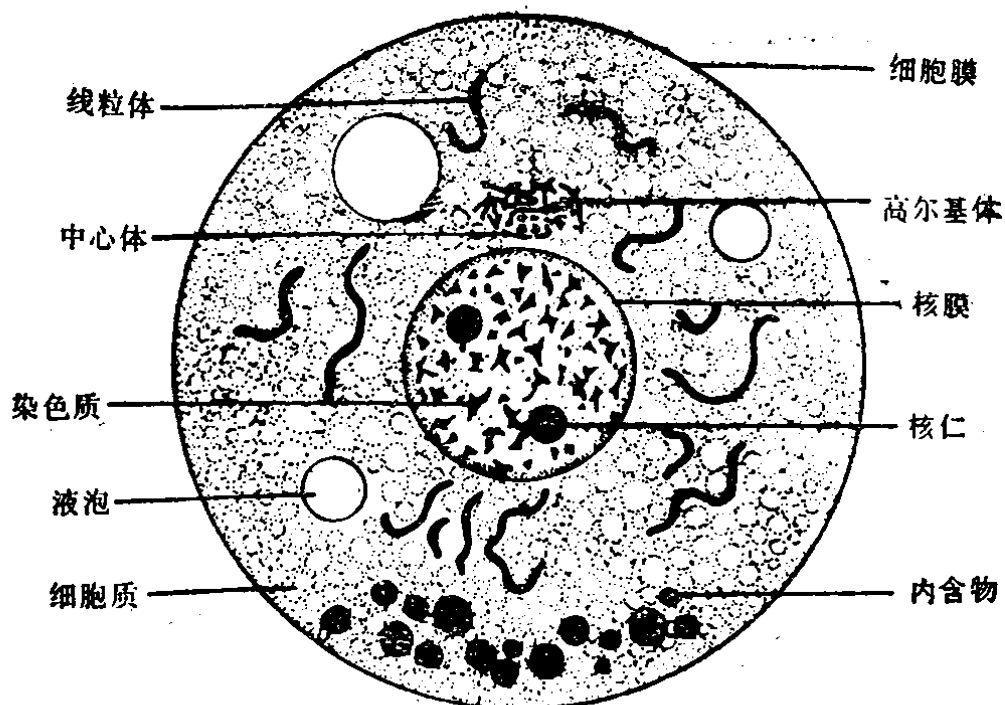


图1-1 光学显微镜下的细胞模式图

段的现代化，人们对原生质的认识已相当深入。原生质是生命的基本物质，它不是一种简单的物质，而是以蛋白质为主要成分、以蛋白质与核酸为生命活动基础的极为复杂的生命物质体系。其化学组分除蛋白质与核酸以外，还有糖类、脂类、无机盐和水。

(四)新陈代谢是活细胞的主要特征

恩格斯早就精辟地指出：“生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新。”这里所说的蛋白体就相当于上节所说的原生质；自我更新就是新陈代谢。简单地说，生命的最基本特征就是新陈代谢。因为细胞是生命活动的基础和主要场所，所以，新陈代谢也就是活细胞的主要特征。新陈代谢包括同化

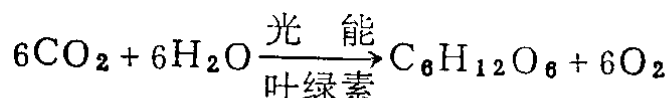
作用与异化作用。细胞一方面不断地吸取营养物质，经过加工制造，用以构成细胞本身的组分，这就是同化作用，又叫组成代谢；另一方面，细胞又不断地分解自身的组分，释放出能量并将废物排出细胞之外，这就是异化作用，又叫分解代谢。同化作用过程所需要的能量靠异化作用过程释放，或者说，异化作用是同化作用的动力；异化作用过程所分解的物质靠同化作用积累，即同化作用是异化作用的源泉。两者同时进行，彼此不间断。同化作用是细胞的建设过程，异化作用是细胞的破坏过程。细胞组分一面破坏，一面建设，这样就不断地更新。同化作用的物质取自周围环境；异化作用的分解产物又归还到环境中去。生物体是个开放系统，它通过新陈代谢作用与周围环境形成统一体。同化作用与异化作用这一对矛盾是生物体内最基本的矛盾，矛盾双方相互制约又相互依存，成为生命存在的基础。正如恩格斯说的：“植物、动物，每一个细胞，在其生存的每一瞬间，都既和自己同一又和自己相区别”。我们不能静止不变地看问题，应当树立动态的观念，要看到细胞时时刻刻都在进行着物质代谢与能量代谢，时时刻刻都在更新。不仅细胞内的组分不断更新，细胞本身也不断更新，随时都有旧的东西死亡和新的东西产生，始终处于动态的平衡过程中。生物与非生物之间的根本区别就在于前者具有自我更新的能力。这种以蛋白质、核酸等大分子物质为主体的物质交换和能量转换的特殊运动形式是生物体生存和发展的基本条件。细胞进行新陈代谢作用的方式有以下几种类型。

1. 同化作用类型

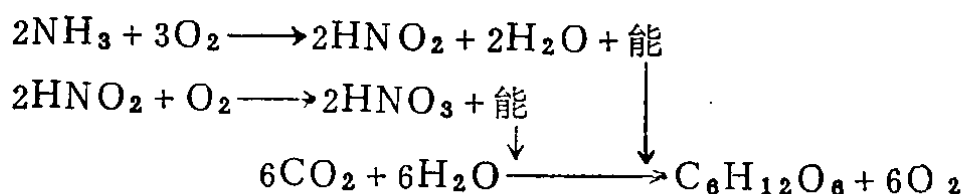
(1) 自养型 自养型的同化方式是直接从环境中吸取无

机物质，同化为复杂的自身有机物。按同化过程中能量的来源不同，自养型又可分为光能合成作用(即光合作用)和化能合成作用两种。

光合作用：绿色植物体内含有叶绿素的细胞都具有这种作用。这类细胞能够利用太阳能将水和空气中的二氧化碳合成为糖类，并可再进一步转化为脂肪和蛋白质。细胞通过这种作用就把光能转化为化学能贮存起来。



化能合成作用：其能量来源于某些物质的化学变化。例如氮化细菌，能将氨(NH_3)氧化成亚硝酸，再把亚硝酸进一步氧化成硝酸，在这两个过程中释放能量，利用这种能量把无机物合成有机物：

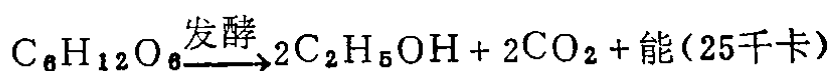


(2) 异养型 人体、动物、大部分细菌及真菌都不能从简单的无机物自行合成有机物，必须摄取与利用外源性的有机物质为养料。例如，我们人类吃进蛋白质后，经消化道分解成氨基酸，再吸收进入血液，通过血液循环到达组织细胞内，由细胞合成我们自身所需要的蛋白质。在异养型中，凡是生活在活的有机体内从而摄取有机物进行同化作用的方式都叫寄生；凡是靠分解死亡的生物以获得有机物的方式都叫腐生。

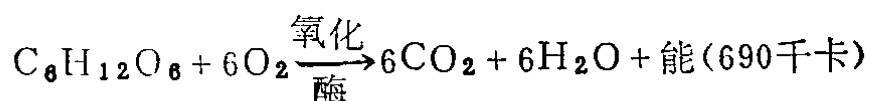
2. 异化作用类型

(1) 厌氧型 某些细菌或真菌，它们异化作用过程不是从大气中吸取游离氧进行氧化作用，而是利用细胞内某些有

机物质分解时得到的能量。例如，酿酒过程就是这样，酵母菌细胞能分解糖类产生酒精和二氧化碳，同时获得能量供应自身生命活动的需要。这种异化作用的呼吸过程不需要氧，所以叫厌氧呼吸或者叫发酵。



(2) 需氧型 这种异化作用分解物质的过程必须从大气中吸取游离的氧，然后才能氧化分解有机物，以此释放能量供给生命活动的需要，同时还排出废物。吸取氧气、排出二氧化碳的过程一般就叫呼吸作用。吸入肺泡的氧气与红细胞内的血红蛋白相结合，运送至全身各组织细胞，然后在细胞内进行氧化作用，以分解有机物质，这一过程称之为细胞内呼吸。例如单糖在细胞内氧化过程就是如此。



人体的异化作用过程主要通过需氧呼吸来分解物质释放能量，需氧呼吸释放的能量比厌氧呼吸大得多，效率高得多。但在某种情况下(例如肌肉细胞在剧烈运动之后)，如果氧气供应不足，也可以通过细胞内的厌氧呼吸方式来获得能量。

活细胞的特性除上述的新陈代谢这个最基本的过程之外，还有生长、繁殖、感应性、运动能力等一系列的特性。细胞一旦死亡，这些生命特征也就随之消失。

我们不能把细胞看成孤立的东西。尤其是多细胞生物，体内每一个细胞都不是一个“独立王国”，而是整体中的一个局部。在高等生物体，同类细胞结合起来形成组织；几种组织又连合起来构成器官；若干个器官再结合成为一定的系统。各器官内的细胞既有明确分工，又有高度的统一性与协调性，它们相互联系，共同配合，在中枢神经系统的支配和神经体

液的调节下，实现着极为巧妙的“自动控制”过程，从而保证机体的整体性与统一性。生物机体是通过系统、器官、组织、细胞、分子乃至原子等各个层次的相互联系和共同协调来维持正常的生理秩序的。一旦机体的控制失调，或平衡被破坏，或协调性与节律性发生紊乱，机体就发生疾病。

(五)度量细胞大小的常用单位

一般细胞都很小，用肉眼看不见。直到十七世纪中叶，有了光学显微镜以后，人们才从显微镜里看到。对微观世界内的物体大小如何进行度量？通常以细胞直径的长短来表示细胞的大小。光学显微镜下最常用的单位是微米，电子显微镜下最常用的单位是埃。微米以 μm 表示，1微米等于百万分之一米。比微米小的单位还有毫微米，国际单位制以 nm 表示。埃是更小的单位，以 $\text{\AA}$ 表示。它们之间的换算关系如下：

$$1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$$

$$1\ \text{nm} = 10^{-9}\mu\text{m} = 10^{-9}\text{m}$$

$$1\ \text{\AA} = 10^{-1}\text{nm} = 10^{-4}\mu\text{m} = 10^{-10}\text{m}$$

(六)细胞的形态和大小

同是细胞，其种类繁多，形态各异，大小悬殊，结构的复杂程度也极不一样。现在知道的最小与最简单的细胞是枝原体(mycoplasma)，它仅有一层外膜包围着最必须的生命物质。它的直径大小只有0.07—0.25微米。细菌也是比较简单的细胞，它没有典型的细胞核及各种细胞器，但在它的细胞膜外面还有一层较牢固的细胞壁，有的还有纤毛或鞭毛。细

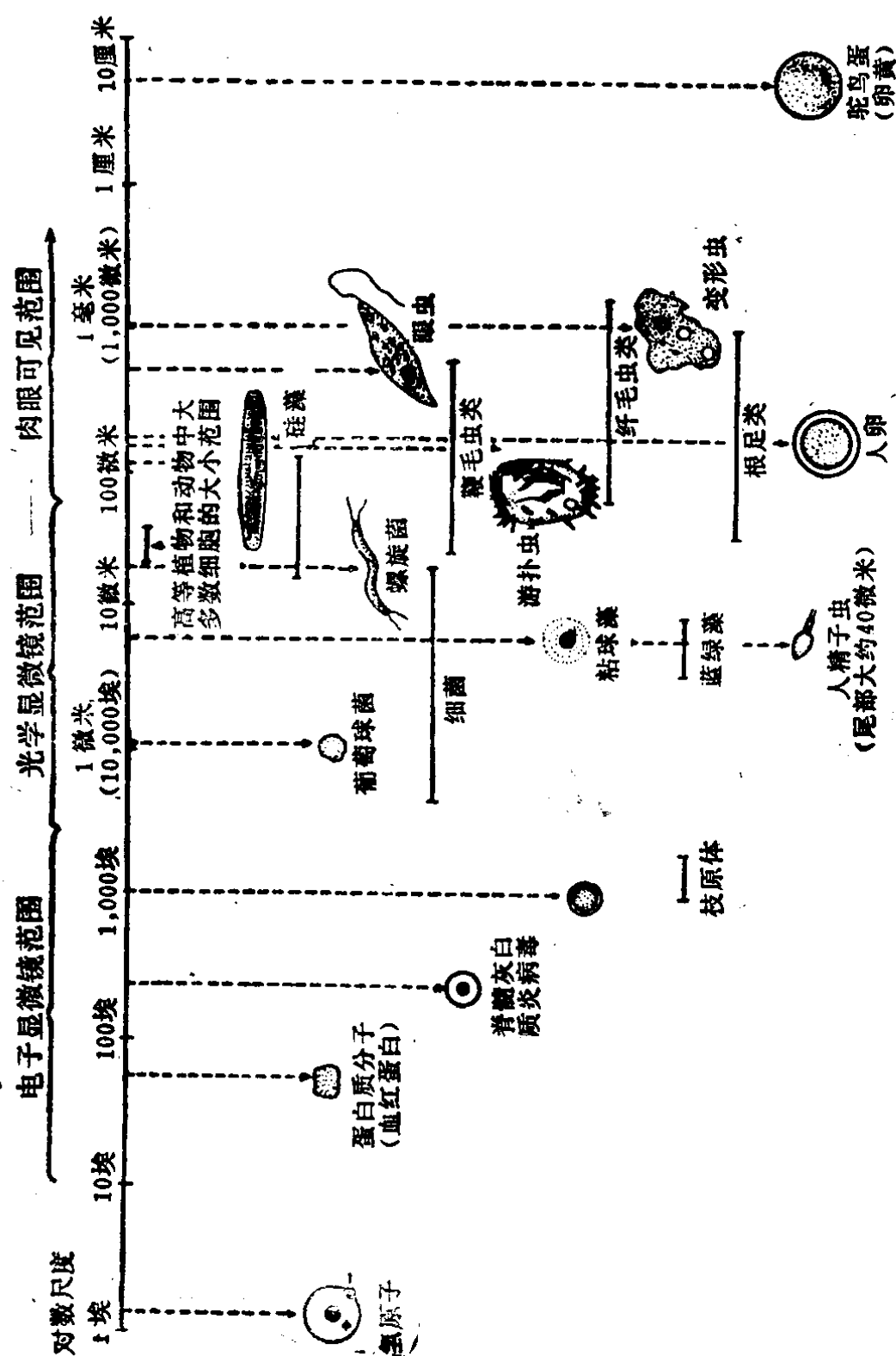


图1-2 氢原子、血红蛋白分子、病毒和各类细胞大小的比较
由动物体产出的单个细胞的大小范围

菌比枝原体大得多，其直径可达1~2微米。多细胞生物体的细胞，内部结构比较复杂，体积也大，有的甚至用肉眼都能看到。动物或植物体内都有肉眼可见的大细胞。例如，棉花纤维就是一个细胞，其长度可达40毫米；动物神经细胞的突起，有的可延伸到1米以上；鸡蛋和鸵鸟蛋直径分别为3.5厘米和10厘米左右，最大的卵细胞是鸵鸟蛋，直径为20厘米左右。但是，肉眼可见的大细胞只是少数，绝大多数细胞的直径只有几个微米甚至1微米以下，一定要在显微镜下才能看见(图1-2)。为了便于比较，图1-2中同时列出了氢原子、血红蛋白分子和病毒的大小。图中最小的自由生活的有机体是枝原体，它的旁边是细菌，蓝绿藻的大小在细菌大小范围之内；变形虫是最大的单细胞动物之一。多细胞生物体内同类细胞的大小是相近的，例如，牛、马的肝细胞几乎一样大小。细胞的大小与器官的大小或生物体的大小并无直接关系。各个肝脏体积的差异只是由于细胞数目不同，而不是由于细胞体积不同造成的。生物个体的生长主要是细胞数目增多，而不是细胞体积增大。大象和小鼠个体大小相差很大，但它们体内的细胞大小则相差不多。但从整个生物界来看，细胞大小相差还是很大的。

各种不同类别的细胞不仅大小相差悬殊，形态也千差万别(图1-3)。从图1-3可以看到，细胞有圆球形、杆状、星形、长梭形、方形以及不规则形等。绝大多数细胞的形状是固定的，但也有可变的，如变形虫和白细胞就是属于后者。细胞形态结构的特征与其执行的生理机能密切相关。不同生理机能的细胞有着不同的形态结构。白细胞是一种保卫细胞，它的生理功能是吞食入侵的细菌之类，所以其形状不固定，能进行变形运动。鱼鳞上有一种星状的色素细胞，能够进行伸